

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-245131

(43)Date of publication of application : 31.10.1991

(51)Int.Cl.

G02F 1/37  
G02B 6/12

(21)Application number : 02-043008

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 23.02.1990

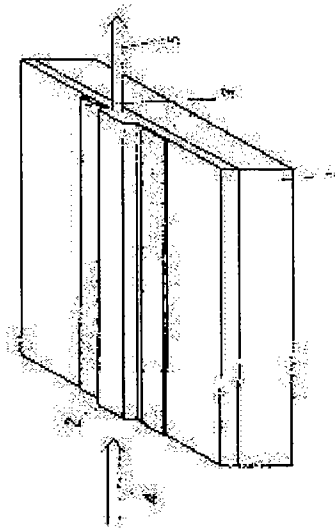
(72)Inventor : SHIONO TERUHIRO

## (54) OPTICAL DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate the need for temp. control and to obtain a stable operation by impressing a voltage to electrode and changing the refractive index of an optical waveguide with an electrooptical effect.

CONSTITUTION: This device is constituted of a substrate 1, the optical waveguide 2 which allows the inputting and outputting of incident light 4 and exit light 5, is provided on the substrate 1 and has a nonlinear optical effect of  $n$ -th order ( $n$  is  $\geq 2$  integer), and the electrodes 3 which are provided on the optical waveguide 2, in the optical waveguide 2, on the substrate 1 or in the substrate 1 so as to pinch the optical waveguide 2 and impress an electric field to the optical waveguide 2. The refractive index of the optical waveguide 2 is determined so as to be larger the refractive index of the substrate at the wavelength of the exit light 5 which is  $1/n$  the wavelength of the incident light 4. The need for the temp. control is eliminated and the stable operation is obtd. in this way.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)10月31日

G 02 F 1/37  
G 02 B 6/12H 7246-2H  
7036-2H

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭ 発明の名称 光学装置

⑯ 特 願 平2-43008

⑰ 出 願 平2(1990)2月23日

⑱ 発 明 者 塩 野 照 弘 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑲ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光学装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 基板と、入射光と出射光の入出力が可能な上記基板上に設けた $n$  ( $n$ は2以上の整数)次の非線形光学効果を有する光導波路と、上記光導波路を挟むように、上記光導波路上、上記光導波路中、上記基板上もしくは上記基板中に設けた、上記光導波路に電界を印加する電極とを備え、上記入射光の波長における上記光導波路の屈折率は上記入射光の波長の $1/n$ の上記出射光の波長における上記基板の屈折率よりも大きいことを特徴とする光学装置。

(2)  $n$ は2であることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

## 3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、レーザ光の波長を $1/n$ に短波長化する光学装置に関するものであり、特に、温度制

御を不用にし安定動作が期待できる光学装置に関するものである。

従来の技術

レーザ光の波長を短波長にするものとして、SHG (second harmonic generation,  $n=2$ )、THG (third harmonic generation,  $n=3$ )等が注目されている。SHGの例として、第3図に示すものがあつた (K. Nunomura (Nunomura) 他 "Second harmonic generation in a sputtered  $\text{LiNbO}_3$  film on  $\text{MgO}$ ", J. Crystal Growth, vol. 45, pp. 355-360 (1978).)。基板1として、 $\text{MgO}$ の結晶を用い、その上に2次の非線形効果を有する $\text{LiNbO}_3$ の薄膜を設け、光導波路2'としている。光導波路2'の端面から波長 $1.06\mu\text{m}$ のYAGレーザ光4を入射すると、SHGが生じて入射光の波長が $1/2$ になりもう一方の端面から、高調波である波長 $0.53\mu\text{m}$ のレーザ光5が出射されるというものである。

発明が解決しようとする課題

第3図に示した従来の光学装置では、SHGを生じさせるために、基本波（入射波と同じ波長）の基本モード $TM_0$ と、波長が $1/2$ の高調波の高次モード $TM_1$ を、光導波路のモード分散を利用して、実効屈折率を一致させるという位相整合を行っている。ある温度では、光導波路2の膜厚 $0.37\mu m$ でこれらのモードの実効屈折率を一致させることができ、このときにSHGが生じる。従って、SHGを生じさせるには、光導波路2の膜厚を厳密に設定することが要求される。ところが、膜厚を厳密に設定しても、屈折率が温度依存性を有するため、このままでは安定動作の実現するのが難しく、この光学装置には、±数℃の精密温度制御系が必要であるという課題があった。

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、温度制御を不用にし安定動作が期待できる光学装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

本発明は、上記課題を解決するために、基板と

入射光と出射光の入出力が可能な上記基板上に設けた $n$ （ $n$ は2以上の整数）次の非線形光学効果を有する光導波路と、上記光導波路を挟むように上記光導波路上、上記光導波路中、上記基板上もしくは上記基板中に設けた、上記光導波路に電界を印加する電極から構成され、上記入射光の波長における上記光導波路の屈折率は、上記入射光の波長の $1/n$ の上記出射光の波長における上記基板の屈折率よりも大きくなるように構成した光学装置を提供するものである。

作用

本発明は、非線形光学効果を有する媒体は、通常、電気光学効果を有することに著目し、温度変化によって位相整合する条件がずれても設けた電極に電圧を印加して、電気光学効果により光導波路の屈折率を変化させることにより、位相整合をさせるものである。従って、本発明の光学装置は、温度制御の必要はなく、安定動作が実現される。

実施例

第1図は本発明の一実施例の光学装置の構成図

である。基板1上に、リッジ形の光導波路2を形成し、その光導波路2を挟み込むように電極3が設けてある。基板1としてMgOの結晶を用い、MgOの(111)面の上に、RFスパッタ法により、2次の非線形光学効果を有するLiNbO<sub>3</sub>を例えば $0.37\mu m$ 、C軸配向のエピタキシャル成長させた。次に、例えば、幅 $3\mu m$ 、長さ $5mm$ 、中央部に残すように、イオンビームエッチングで、LiNbO<sub>3</sub>薄膜を、例えば膜厚 $0.2\mu m$ 削り取り、リッジ形の光導波路2を形成した。この光導波路2を挟み込むように、例えばAl、Au等の金属で電極3を1対形成した。この電極3は光導波路2に電界が印加されるように形成すればよく、光導波路2上もしくは光導波路2中もしくは基板1上もしくは基板1中に設けてもよい。例えば、光導波路2の膜厚が $0.37\mu m$ で、温度が23度では、光導波路2の端面に波長 $1.06\mu m$ のYAGレーザ光4を基板1に垂直方向に直線偏光して入射すると、SHGが生じて入射光の波長が $1/2$ になりもう一方の端面から、波長 $0.53\mu m$ のレ

ーザ光5が出射された。

第2図に、本実施例の場合の光導波路の膜厚と導波光の実効屈折率との関係を示す。同図は、電圧印加の効果を説明するためのもので、温度が23℃の場合である。波長 $1.06\mu m$ の基本波の基本モードの曲線は $TM_0(\omega)$ 、波長 $0.53\mu m$ の高調波の一次モードの曲線は $TM_1(2\omega)$ でそれぞれ実線で示されており、光導波路2の膜厚 $0.37\mu m$ でこれらの曲線は交わり（交点1）、一致する（位相整合条件）。このときにSHGが生じる。本実施例では、光導波路2の膜厚が $0.37\mu m$ でありSHGの条件を満たしており、入射光4は基本波の基本モード $TM_0$ を励振し、実効屈折率の等しい高調波の高次モード $TM_1$ に一部変換されて、波長 $0.53\mu m$ のレーザ光5が出射されたものである。次に、電極3に電圧を印加し、光導波路2に電界がかかるようにする。LiNbO<sub>3</sub>等の2次の非線形光学効果を有する媒体は、通常、電気光学効果を有するため、電界をかけると、電界の大きさと方向に依存して屈折率が変化する。電極3

に電圧  $V$  を印加したときの  $TM_0(\omega)$ 、 $TM_1(2\omega)$  の曲線を、それぞれ  $TM_0(\omega - V)$ 、 $TM_1(2\omega - V)$  で点線で示す。これらの曲線の交点 (交点2) の位置は、交点1から変化させることができる。

光導波路2、基板1の屈折率は温度に依存しており、温度が変化すると  $TM_0(\omega)$ 、 $TM_1(2\omega)$  の曲線は変化し、同時に、交点1の光導波路2の膜厚も変わることになる。従って、SHGの変換効率は悪くなり、安定動作ができなくなる。本実施例では、このとき電極3に電圧を印加すると、交点の位置を変化させて、位相整合条件を初期の交点の光導波路2の膜厚の値 ( $0.37\mu m$ ) に戻すことができるため、安定な動作が実現できる。

本実施例では、基本波の波長における光導波路3の屈折率は、高調波の波長における基板1の屈折率よりも大きいため、第2図のように、基本波と高調波をある膜厚で導波モードで位相整合をさせることができ、高調波を光導波路2の端面から

出射させることができた。従って、基本波の波長における光導波路3の屈折率は、高調波の波長における基板1の屈折率よりも大きいということが本発明の条件の1つになる。

以上説明したのは、2次の非線形効果を示す  $LiNbO_3$  を光導波路に用いたSHGの場合であるが、 $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次の非線形光学効果を示す物質を光導波路に用いれば本発明の効果はある。この場合の高調波の波長は  $1/n$  である。特に、 $n=2$  の場合には、電気光学効果を効率よく示し、本発明の効果は大きい。例えば、 $LiIO_3$ 、 $KNbO_3$ 、 $KTiOPO_4$  や  $MNA$  (メチルニトロアニリン) 等のベンゼン環をもった  $\pi$  電子共役系化合物を含む高分子等を光導波路に用いれば効果は大きい。また、基板としては、C軸配向の  $LiNbO_3$  が成長しやすいものとして  $MgO$  を用いたが、これに限らない。

#### 発明の効果

以上のように本発明によれば、温度制御を不用にし、安定動作が期待できる光学装置が構成可能

である。

#### 4. 図面の簡単な説明

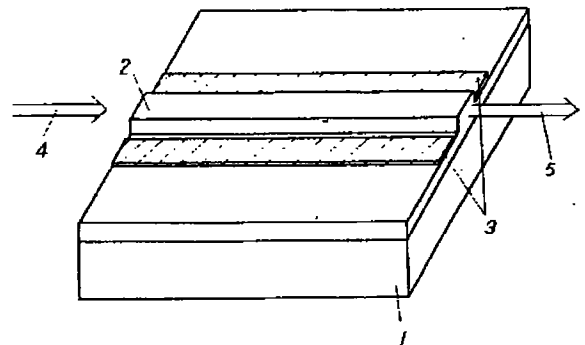
第1図は本発明の一実施例の光学装置の構成図、第2図は本発明の一実施例の電圧印加の効果を説明するための光導波路膜厚と実効屈折率との関係を示すグラフ、第3図は従来の光学装置の構成図である。

1・・・基板 2・・・光導波路 3・・・電極 4・・・入射光 5・・・出射光

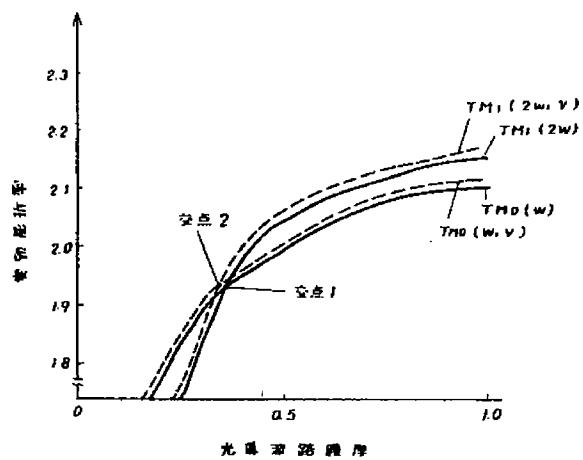
代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

1・・・基板  
2・・・光導波路  
3・・・電極  
4・・・入射光  
5・・・出射光

第1図

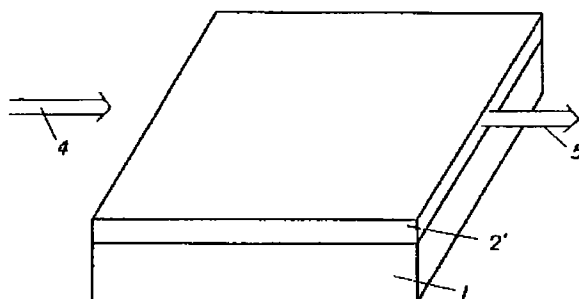


第 2 図



- 1 ... 基板
- 2 ... 光導波路
- 4 ... 入射光
- 5 ... 出射光

第 3 図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成8年(1996)12月24日

【公開番号】特開平3-245131

【公開日】平成3年(1991)10月31日

【年通号数】公開特許公報3-2452

【出願番号】特願平2-43008

【国際特許分類第6版】

G02F 1/37

G02B 6/12

【FI】

G02F 1/37 9316-2K

G02B 6/12 H 7036-2K

## 手続補正書

平成 7年10月 3日



特許庁長官殿

### 1 事件の表示

平成 2年 特 許 願 第 43008号

### 2 補正をする者

事件との関係

特 許 出 願 人

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

名 称

(582) 松下電器産業株式会社

代 表 者

森 下 洋 一

### 3 代 理 人

〒571

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

松下電器産業株式会社内

氏 名

(7820) 井上 智 之

連絡先 電話 03-3484-9471 知的財産センター



### 4 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄

### 5 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲の欄を別紙の通り補正します。



### 2. 特許請求の範囲

- (1) 基板と、入射光と出射光の入出力が可能な上記基板上に設けた $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次の非線形光学効果を有する光導波路と、上記光導波路を挟むように、上記光導波路上、上記光導波路中、上記基板上もしくは上記基板中に設けた、上記光導波路に電界を印加する電極とを備え、上記入射光の波長における上記光導波路の屈折率は、上記入射光の波長の $1/n$ の上記入射光の波長における上記基板の屈折率よりも大きいことを特徴とする光学装置。
- (2)  $n$ は2であることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。
- (3) 光導波路はリッジ形であることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。